УДК 591 : 121 : 594.32

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА СОДЕРЖАНИЕ СУХОГО ОСТАТКА ГЕМОЛИМФЫ PLANORBARIUS CORNEUS (MOLLUSCA, PULMONATA, BULINIDAE), ИНВАЗИРОВАННЫХ ПАРТЕНИТАМИ NOTOCOTYLUS ATTENUATUS (TREMATODA)

А. П. Стадниченко, Л. Д. Головачева (Иваненко)

Исследовано влияние трематодной инвазии и различных концентраций поверхностно-активных веществ (синтетическое моющее средство «Лотос») на процентное содержание сухого остатка гемолимфы роговой катушки *Planorbarius corneus.* В норме сухой остаток гемолимфы составляет 20.7±6.6 %. При инвации партенитами *Notocotylus attenuatus* содержание его возрастает в 4 раза. В токсической среде у инвазированных особей наблюдается прогрессирующее понижение уровня содержания сухого остатка гемолимфы (при 10 мг/л$^{-1}$ — на 10 %, при 50 — на 59 и при 90 мг/л$^{-1}$ — на 73 %).

В связи с возрастающим загрязнением природных вод различными поверхностно-активными веществами (ПАВ), являющимися неотъемлемыми компонентами синтетических моющих средств (СМС), возникает необходимость всестороннего исследования особенностей воздействия их на гидробионтов, в том числе на пресноводных моллюсков. Имеющиеся в научной литературе по этому вопросу сведения весьма ограничены. Они касаются некоторых поведенческих и быстрых физиологических реакций этих животных, подвергнутых воздействию растворов анионактивных и неионогенных ПАВ (Брагинский и др., 1979; Маляревская, Карасина, 1983; Стадниченко и др., 1979). Причем только в одной из опубликованных работ (Стадниченко и др., 1979) приведены сведения по влиянию растворов ПАВ на инвазированных трематодами моллюсков. Воздействие этих токсикантов на внутреннюю среду пресноводных моллюсков при заражении партенитами трематод ранее не исследовалось.

Материал и методы исследований. Материал: 120 экз. одновозрастных роговых катушек *Planorbarius corneus* (Linné), собранных в бассейне р. Тетерев (ручей, хутор Затишье Житомирской обл.) в 1987 г., свободных от заражения и инвазированных партенитами *Notocotylus attenuatus* Rudolphi (табл. 1). Многочисленные редии этой трематоды локализовались в гепатопанкреасе хозяев, заполняя собой межацинарные пространства, а кое-где располагались на месте разрушенных печеночных трубочек.

Для затравливания среды применяли СМС «Лотос». Ориентационный эксперимент, пред-

Таблица 1

Общие сведения об исследованных *Planorbarius corneus*

Инвазия	Концентрация токсиканта (мг/л$^{-1}$)	*n*	Диаметр раковины (мм)		
			lim	$\bar{x} \pm m_{\bar{x}}$	V
	Контроль				
Нет		20	16.8—33.5	26.08±1.16	19.97
Есть		10	29.3—34.7	31.04±0.62	6.29
	10				
Нет		18	15.2—31.5	24.56±1.46	25.28
Есть		12	19.0—30.5	25.13±1.36	18.74
	50				
Нет		22	21.2—32.0	28.90±0.67	10.85
Есть		8	28.6—32.0	29.90±0.51	4.79
	90				
Нет		19	23.1—32.5	27.35±0.75	11.94
Есть		11	22.5—32.6	29.98±0.84	9.32

назначенный для получения основных токсикологических показателей — LC_0 (МПК) и LC_{100}, — был проведен по методике Алексеева (1981). При постановке основного эксперимента животных сериями по 10—20 экз. помещали на 48 ч в растворы токсиканта (10, 50 и 90 мг/л $^{-1}$), приготовленные на дехлорированной путем отстаивания в течение суток водопроводной воде. Токсическую среду заменяли свежей через 24 ч. Температура растворов — 19—20°.

Содержание сухого остатка гемолимфы определяли по методике, предназначенной для исследования цельной крови позвоночных (Балаховский, Балаховский, 1953). Все цифровые материалы эксперимента обработаны методами вариационной статистики по Лакину (1973).

Результаты и их обсуждение. Гемолимфа — важнейший компонент внутренней среды моллюсков. Она состоит из плазмы (98—99 %) и форменных элементов (1—2 %) — амебоцитов (прогемоциты, эозинофильные микрогранулоциты, базофильные гранулоциты). В цитоплазме амебоцитов и в плазме гемолимфы роговой катушки содержатся вода (78—80 %) и ряд веществ органического (белки, полипептиды, аминокислоты, углеводы, липиды, витамины) и минерального (соли) происхождения (20—22 %). Органические и минеральные вещества образуют сухой остаток гемолимфы. Среднее содержание его у роговых катушек составляет 20.7 ± 6.6 %. У моллюсков, инвазированных партенитами *N. attenuatus*, содержание сухого остатка гемолимфы возрастает в 4 раза по сравнению с нормой (табл. 2), достигая значения 82.71 ± 8.83 % ($P>99.9$ %). Резкое повышение процентного содержания сухого остатка гемолимфы у зараженных роговых катушек — это проявление защитно-приспособительного процесса, направленного на ограничение вредного воздействия паразитов. Известно, что у моллюсков, инвазированных партенитами трематод, повышается интенсивность общего обмена. Это проявляется у них в учащении ритма сердечных сокращений (Lee, Cheng, 1970), повышении потребления кислорода и выделения углекислого газа (Hurst, 1927; Meakin, 1980), а также в усилении теплоотдачи (Hurst, Walker, 1933; Vernberg, Vernberg, 1967). Основным энергетическим субстратом у этих животных является гликоген. При инвазии он усиленно мобилизуется из различных органов и тканей (гепатопанкреас, мышцы, мантия и др.), расщепляясь на моносахариды, поступающие в значительных количествах в гемолимфу. По данным Стадниченко (1978), содержание общего сахара в гемолимфе роговых катушек, зараженных партенитами трематод, возрастает в 2.1—2.2 раза. Повышение общего уровня метаболизма при инвазии сопровождается заметным увеличением содержания в гемолимфе моллюсков небелкового азота (мочевина, мочевая кислота, гуанин, аллантоин, пурины, аминокислоты, аммиак) (Стадниченко, 1977).

Очень тяжелая инвазия подавляет сопротивляемость моллюсков-хозяев вредному воздействию паразитов, о чем свидетельствует возрастание концентрации аскорбиновой кислоты в их гемолимфе (Стадниченко и др., 1979).

Заражение обычно нарушает водно-солевой обмен, что сопровождается повышением содержания в гемолимфе моллюсков ряда неорганических ионов (Стадниченко, 1979).

В целом, однако, возрастание процентного содержания сухого остатка гемолимфы при инва-

Таблица 2

Влияние различных концентраций СМС «Лотос» на содержание (%) сухого остатка гемолимфы *Planorbarius corneus* в норме и при инвазии партенитами *Notocotylus attenuatus*

Инвазия	$\bar{x}$	σ	$m_{\bar{x}}$	V
		Контроль		
Нет	20.70	29.50	6.60	142.50
Есть	82.71	27.91	8.83	33.75
		10 мг/л$^{-1}$		
Нет	51.15	26.75	6.30	52.29
Есть	74.42	23.18	6.69	31.14
		50 мг/л$^{-1}$		
Нет	27.76	23.90	5.09	86.08
Есть	34.20	33.06	11.69	96.70
		90 мг/л$^{-1}$		
Нет	36.99	29.10	6.68	78.66
Есть	22.43	19.62	5.92	87.46

зии происходит в основном за счет углеводов и в меньшей мере за счет небелкового азота, аскорбиновой кислоты и веществ минеральной природы.

Предельно допустимые концентрации неионогенных СМС в природных водах составляют 0.1, анионактивных — 0.5 мг/л$^{-1}$. Постановкой токсикологических экспериментов установлено, что роговые катушки являются довольно устойчивыми к действию концентраций СМС, превышающих предельно допустимые на 2—3 порядка. При этом зараженные и свободные от инвазии особи неодинаково реагируют на воздействие различных концентраций СМС «Лотос». При концентрации 10 мг/л$^{-1}$ у инвазированных роговых катушек уровень содержания сухого остатка гемолимфы падает по сравнению с нормой на 10 %, в то время как у незараженных особей он повышается с 20.7±6.6 до 51.15±6.30 %, т. е. почти в 2.5 раза ($P > 99.9$ %).

Известно, что приспособление организмов к абиотическим воздействиям среды начинается с изменения поведенческих реакций. Если последние не в состоянии обеспечить сохранение гомеостаза, повышается интенсивность обмена веществ. Установлено (Маляревская, 1985), что под влиянием различных токсических соединений, затрагивающих на первых этапах интоксикации специфические звенья обмена моллюсков, впоследствии непременно нарушается основной метаболический процесс — биологическое окисление. В оптимальных условиях среды у этих животных доминирует аэробное расщепление углеводов до воды и углекислого газа. В токсической среде преобладает анаэробное расщепление углеводов — гликолиз, конечным продуктом которого является молочная кислота. Энергетический выход при гликолизе значительно ниже, чем при аэробном расщеплении энергетического субстрата. Следовательно, при возросшей интенсивности общего обмена и при переключении обмена углеводов с аэробного на анаэробный у незараженных катушек должна резко возрастать мобилизация запасов гликогена, а в гемолимфе в больших количествах может обнаруживаться молочная кислота, увеличивающая массу ее сухого остатка. Моллюски, инвазированные партенитами трематод, в силу ограниченности их защитно-приспособительных возможностей, ослабленных под действием паразитов, не способны реагировать на действие токсиканта так, как незараженные особи. Этим и объясняется прогрессирующее падение уровня содержания сухого остатка их гемолимфы, которое (табл. 2) прямо пропорционально концентрации токсиканта. При 10 мг/л$^{-1}$ оно составляет 10 %, при 50 — 59, при 90 мг/л$^{-1}$ — 73 %. У свободных от заражения роговых катушек процессы декомпенсации, обусловленные воздействием токсического фактора, развиваются менее стремительно, чем у инвазированных особей. Об этом можно судить по величине содержания сухого остатка гемолимфы у животных, подвергнутых воздействию растворов СМС «Лотос» концентрацией 50 и 90 мг/л$^{-1}$. При обеих указанных концентрациях у роговых катушек процентное содержание сухого остатка гемолимфы заметно выше нормы (на 34—79 %), что указывает на значительную их метаболическую активность, направленную на приспособление к экстремальным условиям среды.

Литература

Алексеев В. А. Основные принципы сравнительно-токсикологического эксперимента // Гидробиол. журн. 1981. Т. 17, № 3. С. 92—100.

Балаховский С. Д., Балаховский И. С. Методы химического анализа крови. М.: Медгиз, 1953. 746 с.

Брагинский Л. П., Буртная И. Л., Щербань Э. П. Токсичность синтетических моющих средств для массовых форм пресноводных беспозвоночных // Эксперим. исслед. влиян. загрязнителей на водн. организмы. Аппатиты: Б. И., 1979. С. 24—30.

Лакин Г. Ф. Биометрия. М.: Высш. шк., 1973. 343 с.

Маляревская А. Я. Биохимические механизмы адаптации гидробионтов к токсическим веществам // Гидробиол. журн. 1985. Т. 21, № 3, С. 70—82.

Маляревская А. Я., Карасина Ф. М. Влияние некоторых поверхностно-активных веществ на беспозвоночных // Гидробиол. журн. 1983. Т. 19, № 5. С. 84—90.

Стадниченко А. П. Изменение содержания небелкового азота в гемолимфе пресноводных моллюсков при инвазии их партенитами и личинками трематод // Матер. ВОГ. М.: Изд-во АН СССР, 1977. С. 148—153.

Стадниченко А. П. Изменение некоторых показателей углеводного обмена в гемолимфе пресноводных моллюсков при инвазии их партенитами и личинками трематод // Паразитология. 1978. Т. 12, вып. 6. С. 472—478.

Стадниченко А. П. Изменение содержания некоторых неорганических ионов в гемолимфе пресноводных моллюсков при инвазии их партенитами трематод // Паразитология. 1979. Т. 13, вып. 4. С. 386—390.

Стадниченко А. П., Березюк Н. Н., Кордонец Н. П., Огородник О. В. Изменение содержания аскорбиновой кислоты в гемолимфе Planorbarius corneus при инвазии партенитами Cotylurus cornutus // Матер. ВОГ. М.: Изд-во АН СССР, 1979. С. 133—137.

Hurst C. T. Structural and functional changes produced in the gastropod mollusk, Physa occidentalis in the case of parasitism by larvae of Echinostoma revolutum // Univ. Calif. Publ. Zool. 1927. Vol. 29, N 14. P. 321—404.

Hurst C. T., Walker C. A. Increased heat production in a poikiloterm animal in parasitism // Amer. Nat. 1933. Vol. 69. P. 461—466.

Lee F. O., Cheng C. T. Increased heart rate in Biomphalaria glabrata parasitized by Schistosoma mansoni // J. Invertebr. Pathol. 1970. Vol. 16, N 1. P. 148—149.

Meakin R. H. Studies on the physiology of the snail Biomphalaria glabrata (Say): effects of body size, temperature and parasitism by sporocysts of Schistosoma mansoni Sambon upon respiration // Compar. biochem. and Physiol. 1980. Vol. A 66, N 1. P. 137—140.

Vernberg W. B., Vernberg F. J. Interrelationships between parasites and their hosts. III. Effect of larval trematodes on the thermal metabolism response of their molluscan host // Exp. Parasitol. 1967. Vol. 20. P. 225—231.

Житомирский пединститут

Поступила 5.03.1988

THE EFFECT OF DIFFERENT CONCENTRATIONS OF SURFACE—ACTIVE SUBSTANCES ON THE CONTENT OF DRY REMAINDER OF HAEMOLYMPH OF PLANORBARIUS CORNEUS (MOLLUSCA, PULMONATA, BULINIDAE), INFECTED WITH PARTHENITES OF NOTOCOTYLUS ATTENUATUS (TREMATODA)

A. P. Stadnichenko, L. D. Golovacheva

SUMMARY

The effect of different concentrations of surface-active substances (synthetic detergent «Lotos») on the content of dry remainder of haemolymph of Planorbarius corneus, infected with parthenites of trematodes, was studied. In non-infected animals the mass of dry remainder increases with SD of 10 $mg.l^{-1}$ and decreases with SD of 50 and 90 $mg.l^{-1}$. In individuals, infected with parthenites of trematodes, the mass of haemolymph dry remainder falls down with all concentrations of the toxicant.